

恢复生态学导论

任海 彭少麟 编著



科学出版社

恢复生态学导论

任海 彭少麟 编著

科学出版社

2001

内 容 简 介

恢复生态学、生态系统健康和生态系统管理是当前生态学发展的热点方向。本书在参阅大量文献的基础上,结合多年的研究成果,系统阐述了恢复生态学的基本理论和方法及其当前的发展动向,并介绍了生态系统健康和生态系统管理的基本理论及其与恢复生态学的关系。全书内容主要包括:退化生态系统的形成原因与机理;退化生态系统包括森林、草地、农田、湿地、海岛和水体等的恢复原理与方法;生态系统的服务功能;外来种入侵和全球变化对退化生态系统的影响;生态系统健康;生态系统管理等。正文后附有当前国际上介绍恢复生态学的网址和重要的恢复生态学文献,以资查阅。

本书资料新颖、体系完整,可供从事生态学、林学、农学、地学以及自然保护和环境保护等领域工作的教师、学生和研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

恢复生态学导论/任海,彭少麟编著 - 北京:科学出版社,
2001 4

ISBN 7-03-009113-2

I. 恢… II. ①任…②彭… III. 恢复-生态学 IV. Q14

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 87573 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号
邮政编码 100717

源海印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2001 年 4 月第 一 版 开本 787×1092 1/16

2001 年 4 月第一次印刷 印张 9 1/2

印数·1—1 500 字数 213 000

定价:24.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

目 录

第一编 恢复生态学

第一章 绪论	(3)
第一节 生态恢复和恢复生态学的定义.....	(3)
第二节 恢复生态学研究简史.....	(4)
第二章 退化生态系统恢复与恢复生态学	(10)
第一节 退化生态系统的定义及其形成原因	(10)
第二节 环境污染对生物多样性的影响	(10)
第三节 全球及中国退化生态系统的面积	(11)
一、全球退化生态系统类型及其面积	(11)
二、中国退化生态系统类型及其面积	(11)
三、中国的脆弱生态系统	(13)
第四节 退化生态系统的恢复	(14)
一、生态恢复的目标	(14)
二、退化生态系统恢复与重建的基本原则	(14)
三、生态恢复的方法问题	(15)
四、退化生态系统恢复与重建的程序	(17)
五、退化生态系统恢复的机理	(17)
六、恢复成功的标准	(19)
七、生态恢复的时间	(20)
八、生物多样性在生态恢复中的作用	(20)
第五节 恢复生态学理论	(21)
一、恢复生态学的研究内容	(21)
二、恢复生态学的理论基础	(22)
三、恢复生态学与相关学科的关系	(22)
四、恢复生态学的发展趋势	(23)
第三章 退化森林生态系统的恢复	(26)
第一节 森林生态系统退化与恢复机理	(26)
第二节 森林生态系统恢复中应注意的问题	(30)
第三节 次生林的恢复方法	(31)
第四节 天然林的保护	(31)
第五节 热带季雨林的恢复实例	(32)
一、森林恢复样地概况	(32)

二、森林恢复的方法与步骤	(32)
三、森林恢复后的群落结构	(32)
四、森林恢复后的功能	(33)
第六节 矿区废弃地的植被恢复	(33)
第七节 喀斯特森林及其恢复	(34)
第四章 退化草地生态系统的恢复	(36)
第一节 草原生态系统退化的原因	(36)
第二节 放牧对草原生态系统的影响	(37)
第三节 草原退化的评估	(37)
第四节 草地的荒漠化	(38)
第五节 草地恢复的方法	(39)
第六节 退化草原生态系统的恢复与管理	(39)
第五章 退化农田生态系统的恢复	(41)
第一节 农田生态系统的退化	(41)
第二节 退化农田恢复的程序及措施	(43)
第三节 评估农业生态系统恢复的参考指标	(43)
第四节 我国农田生态系统退化的问题	(44)
一、耕地面积锐减	(44)
二、土壤肥力下降	(44)
三、土壤次生盐渍化	(44)
四、易涝地面积有所增加	(45)
五、土地沙漠化	(45)
六、水稻土次生潜育化	(45)
七、土地污染	(45)
第五节 防止退化的必由之路——可持续性农业	(46)
第六章 退化海岛生态系统的恢复	(49)
第一节 海岛恢复概论	(49)
第二节 海岛的干扰	(50)
第三节 海岛恢复的限制性因子	(50)
第四节 海岛恢复的利益与过程	(51)
第五节 海岛恢复中的注意事项	(52)
第六节 实例研究——广东南澳岛的植被恢复	(52)
一、南澳岛概况	(52)
二、南澳岛植被恢复过程中的群落结构变化	(53)
三、南澳岛植被恢复过程中的生物量变化	(55)
四、南澳岛植被恢复过程中凋落物现存量变化	(55)
五、南澳岛植被恢复过程中群落土壤的变化	(56)
六、南澳岛植被恢复的生态特征	(57)
第七章 退化水生生态系统的恢复	(59)

第一节	湖泊和水库的退化原因及恢复	(59)
第二节	河流的退化及治理	(60)
第三节	水体生态系统恢复的评估	(62)
第八章	退化湿地生态系统的恢复	(65)
第一节	湿地的功能及其退化原因	(65)
第二节	湿地恢复的概念	(66)
第三节	湿地恢复的理论	(66)
一、	自我设计和设计理论	(66)
二、	演替理论	(67)
三、	入侵理论	(69)
四、	河流理论	(69)
五、	洪水脉冲理论	(69)
六、	边缘效应理论和中度干扰假说	(70)
第四节	湿地恢复的原则和目标	(71)
一、	湿地恢复的基本原则	(71)
二、	湿地恢复的目标	(71)
第五节	湿地恢复的策略	(72)
第六节	湿地恢复的过程与方法	(72)
一、	湿地恢复的过程	(72)
二、	湿地恢复的方法	(73)
第七节	湿地恢复的合理性评价	(74)
一、	生态合理性	(74)
二、	社会合理性	(74)
三、	经济合理性	(75)
第九章	生态系统的服务功能	(76)
第一节	生态系统服务功能定义	(76)
第二节	生态系统服务功能的研究历史	(77)
第三节	生态系统服务功能的内容	(77)
一、	生产生态系统产品	(78)
二、	产生和维持生物多样性	(79)
三、	调节气候	(79)
四、	减缓旱涝灾害	(80)
五、	维持土壤功能	(80)
六、	传粉播种	(80)
七、	有害生物的控制	(81)
八、	净化环境	(81)
九、	景观美学与精神文化功能	(82)
第四节	天然生态系统与人工生态系统的服务功能比较	(82)
第五节	生态系统服务功能价值的评价	(83)

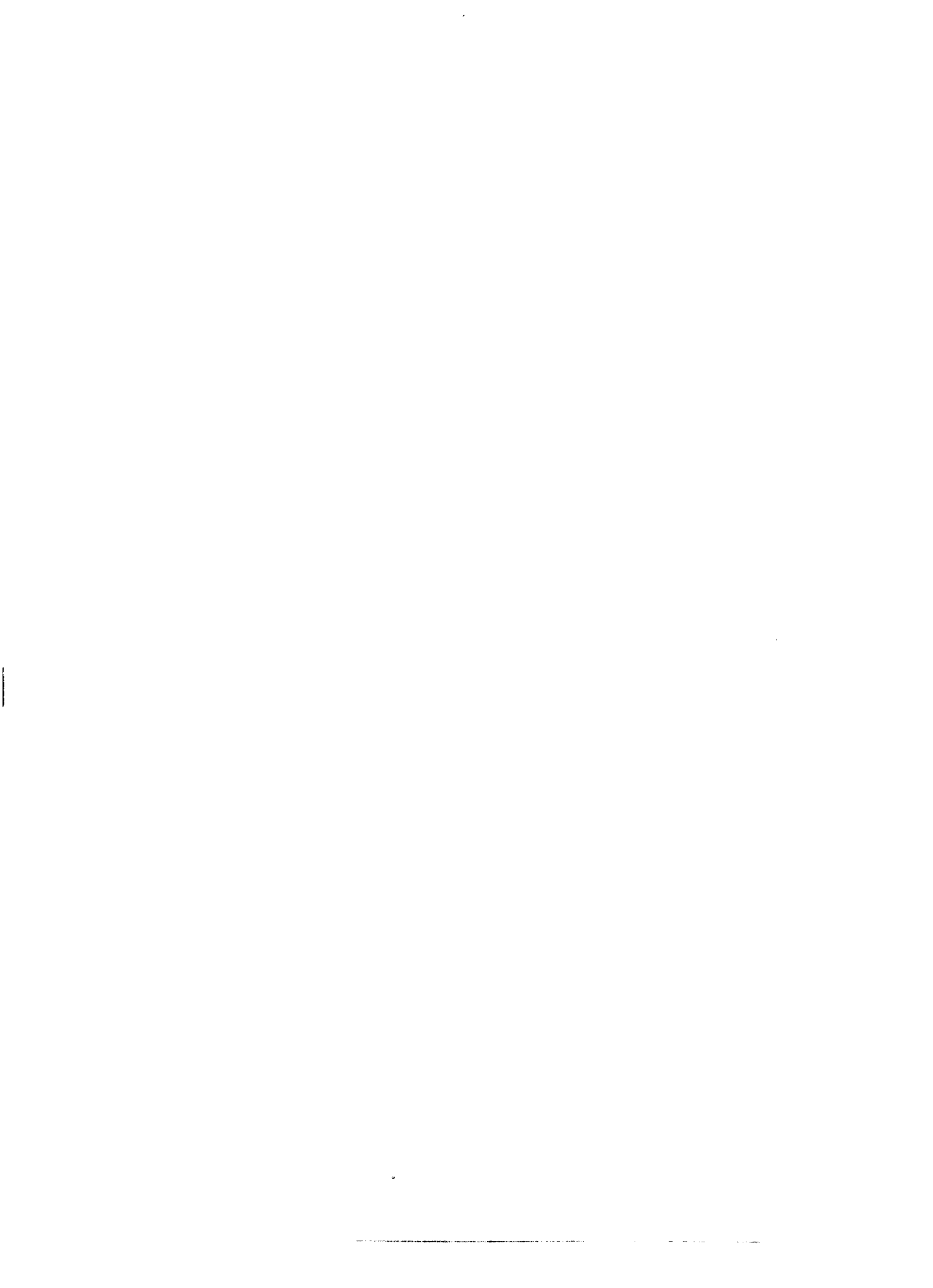
第六节	生态系统服务功能的价值分类	(83)
第七节	生态系统服务功能价值评估方法	(83)
第八节	生态系统服务功能的保护策略与途径	(84)
第十章	植物外来种与退化生态系统	(86)
第一节	乡土种和外来种的概念	(86)
第二节	植物入侵对群落和生态系统特性的影响	(87)
一、	对初级生产力的影响	(87)
二、	对土壤营养物的影响	(87)
三、	对土壤水分的影响	(88)
四、	对干扰体制的影响	(88)
五、	对群落动态的影响	(88)
第三节	影响植物入侵的因子	(89)
一、	影响植物入侵的外因	(89)
二、	影响植物入侵的内因	(91)
第四节	外来种的风险评价	(91)
一、	对有关外来种定居方面的特性的评价	(92)
二、	对有关外来种传播的特性的研究	(92)
三、	对外来种影响的评价	(93)
第五节	对植物外来种的管理	(94)
一、	外来种的管理策略	(95)
二、	阻止植物外来种的新的入侵和扩展	(95)
三、	消除和控制已定居的外来种	(96)
第十一章	全球变化与恢复生态学	(99)
第一节	全球变化的现象	(99)
一、	大气臭氧层的损耗	(99)
二、	大气中的温室气体浓度正在增加	(100)
三、	全球气候变化的趋势	(101)
四、	生物多样性丧失	(101)
五、	土地利用格局与环境质量的改变	(103)
六、	其他	(103)
第二节	全球变化的影响	(103)
一、	全球气候变化对物种分布及灭绝的影响	(103)
二、	全球变化对农业的影响	(104)
第三节	全球变化与恢复生态学	(104)
第十二章	可持续发展与退化生态系统恢复	(105)
第一节	可持续发展的概念	(105)
第二节	中国的可持续发展观	(106)
第三节	可持续发展的思想与恢复生态学	(107)
第四节	可持续发展的理论框架	(108)

第五节 可持续发展研究的发展趋势·····	(109)
-----------------------	-------

第二编 生态系统健康和生态系统管理

第十三章 生态系统健康 ·····	(113)
第一节 生态系统健康的定义及研究简史·····	(113)
第二节 生态系统在胁迫下的反应·····	(114)
一、单因子胁迫下的反应·····	(114)
二、多因子胁迫下的反应·····	(115)
三、生态系统对胁迫的反应过程与结果·····	(115)
第三节 生态系统健康的标准·····	(116)
第四节 生态系统健康的评估与预测·····	(117)
一、活力的测量·····	(117)
二、组织的测量·····	(117)
三、恢复力的测量·····	(118)
第五节 生态系统健康的等级理论·····	(118)
第六节 干扰、生态系统稳定性与生态系统健康·····	(119)
第七节 生态系统管理、生态系统可持续发展与生态系统健康·····	(119)
第八节 生态系统健康与恢复生态学等学科的关系·····	(120)
第九节 生态系统健康存在的问题·····	(121)
第十四章 生态系统管理的概念及其要素 ·····	(123)
第一节 生态系统管理的定义·····	(123)
第二节 生态系统管理的发展简史·····	(124)
第三节 生态系统管理的数据基础·····	(125)
第四节 生态系统变化的度量·····	(126)
第五节 生态系统管理的要素·····	(126)
附录 1 国际上有关恢复生态学的网址 ·····	(129)
附录 2 国际比较重要的恢复生态学参考文献 ·····	(133)
后 记 ·····	(144)

第一编 恢复生态学



第一章 绪 论

自1940年以来,由于科学技术的进步,人类生产、生活和探险的足迹遍及全球,尤其是全球人口已达57亿,而且每年仍以9 000多万人的速度在递增。在那些有人居住的地方,人类为了生存,大部分的自然生态系统被改造为城镇和农田,原有的生态系统结构及功能退化,有的甚至已失去了生产力。随着人口的持续增长,对自然资源的需求也在增加。环境污染、植被破坏、土地退化、水资源短缺、气候变化、生物多样性丧失等增加了对自然生态系统的胁迫。人类面临着合理恢复、保护和开发自然资源的挑战。20世纪80年代,恢复生态学(restoration ecology)应运而生。恢复生态学从理论与实践两方面研究生态系统退化、恢复、开发和保护机理,因而为解决人类生态问题和实现可持续发展提供了机遇(Aber & Jordan, 1985; Chapman, 1992; Cairns, 1995; Daily, 1995; 马世骏, 1990; 刘良梧和龚子同, 1994; 陈灵芝和陈伟烈, 1995; Dobson, 1997; 任海和彭少麟, 1998)。本书将对近年来国际上恢复生态学在理论和方法上的进展进行综述,并结合当前国际前沿生态系统健康、生态系统管理和可持续发展等提出恢复生态学的可能发展方向。

第一节 生态恢复和恢复生态学的定义

恢复生态学是一门关于生态恢复(ecological restoration)的学科,由于恢复生态学具理论性和实践性,从不同的角度看会有不同的理解,因此关于恢复生态学的定义有很多,其中具代表性的如下:

美国自然资源委员会(The US Natural Resource Council)认为,使一个生态系统回复到较接近其受干扰前的状态即为生态恢复(Cairns, 1995); Jordan(1995)认为,使生态系统回复到先前或历史上(自然的或非自然的)的状态即为生态恢复; Cairns(1995)认为,生态恢复是使受损生态系统的结构和功能回复到受干扰前状态的过程; Egan(1996)认为,生态恢复是重建某区域历史上有的植物和动物群落,而且保持生态系统和人类的传统文化功能的持续性的过程(Hobbs & Norton, 1996)。

上述四种定义强调,受损的生态系统要恢复到理想的状态才为生态恢复。但是,现实中这种理想状态很难实现,原因在于:缺乏对生态系统历史的了解、恢复时间太长、生态系统中关键种的消失、费用太高等。于是人们又做了下述定义:

余作岳等(1996)提出,恢复生态学是研究生态系统退化的原因、退化生态系统恢复与重建的技术与方法、生态学过程与机理的科学。Bradshaw(1987)认为,生态恢复是有关理论的一种“酸性试验”(acid test 或译为“严密验证”),它研究生态系统自身的性质、受损机理及修复过程(Jordan et al., 1987); Diamond(1987)认为,生态恢复就是再造一个自然群落、或再造一个自我维持、并保持后代具持续性的群落; Harper(1987)认为,生态恢复是关于组装并试验群落和生态系统如何工作的过程(Jordan et al., 1987)。(国际)恢复生态学

会(Society for Ecological Restoration)先后提出三个定义:生态恢复是修复被人类损害的
原生生态系统的多样性及动态的过程(1994);生态恢复是维持生态系统健康及更新的过程
(1995);生态恢复是帮助研究生态整合性的恢复和管理过程的科学,生态整合性包括生
物多样性、生态过程和结构、区域及历史情况、可持续的社会实践等广泛的范围(1995)。
第三个定义是该学会的最终定义(Jackson et al., 1995)。

与自然条件下发生的次生演替不同,生态恢复强调人类的主动作用。事实上,人类活
动对所有生态系统具有不可避免的影响,我们得从生态平衡的观点转向动态的观点看生
态恢复。生态恢复包括人类的需求观、生态学方法的应用、恢复目标和评估成功的标准、
以及生态恢复的各种限制(如恢复的价值取向、社会评价、生态环境等)等基本成分。与生
态恢复相关的概念还有:①重建(rehabilitation),即去除干扰并使生态系统回复原有的利
用方式;②改良(reclamation),即改良立地的条件以便使原有的生物生存,一般指原有景
观彻底破坏后的恢复;③改进(enhancement),即对原有的受损系统进行改进,以提高某方
面的结构与功能;④修补(remedy),即修复部分受损的结构;⑤更新(renewal),指生态系
统发育及更新;⑥再植(revegetation),即恢复生态系统的部分结构和功能,或恢复当地先
前土地利用方式。这些与恢复相关的概念可看作广义的恢复概念(Falk, 1996;余作岳和
彭少麟, 1996;任海和彭少麟, 1998;章象恩, 1998, 1999)。因为人类在生存与发展过程中
已完全改变了大量的原生顶极生态系统为工业、农业、商业和生活基地,这些人工形成的
生态系统已成为世界生态系统中的成员。

最近, Kloor(2000)通过对北美森林的恢复研究认为,应该淘汰“恢复”这个词,他的理
由是恢复生态学中存在的三个问题:一是恢复的目标具有不确定性,即恢复某生态系统历
史上哪一个时间阶段的状态,例如美国明尼苏达州历史上被冰雪覆盖,是否应恢复为雪地
呢?二是“恢复”这个词有静态的含意,因而恢复不仅要试图重复过去的环境,而且要通过
管理以维持过去的状态,但事实上自然界是动态的;三是由于气候变化、关键种缺乏或新
种入侵,完全的恢复是不可能的。Davis(2000)进一步指出,根据“恢复”过程中所做的工作,
将“恢复”(restoring)换成“生态改进”(ecological enhancement 或 ecological enrichment)
会更精确,作为一门学科,恢复生态学应该叫“生态构建”(ecological architecture),并将它
作为景观构建(landscape architecture)的一个分支学科。Higgs等(2000)代表(国际)恢复
生态学会对这三点作了逐条反驳,他们认为生态恢复强调了参考条件,而且生态学家已致
力于寻找适当的时间和空间参考点;恢复是一个动态的过程,而且恢复包括结构、干扰体
系、功能随时间变化;恢复促进了乡土种、群落、生态系统流(能流、物流等)、可持续的文化的
繁荣,它应是应用生态学的一个分支。

第二节 恢复生态学研究简史

恢复生态学研究起源于 100 年前的山地、草原、森林和野生生物等自然资源管理研
究,其中 20 世纪初的水土保持、森林砍伐后再植的理论与方法在恢复生态学中沿用至今
(Jordan et al., 1987),例如 Phipps 于 1883 出版了森林再造的专著,其中有些理论至今可
用(Keddy, 1999)。早在 20 世纪 30 年代就有干旱胁迫下农业生态系统恢复的实践。最
早开展恢复生态学实验的是 Leopold,他与助手一起于 1935 年在威斯康星大学植物园恢

复了一个 24hm² 的草场。随后他发现了火在维持及管理草场中的重要性。他还认为生态恢复只是恢复中的第一步,一个生态系统保持整体性、稳定性和生物群体的美丽时就是好的,在 1941 年他进一步提出土地健康(land health)的概念(Jordan et al., 1987; Rapport 1998)。1935 年, Clements 发表了“实验生态学为公共服务”的论文,阐述生态学可用于包括土地恢复在内的广泛领域(Keddy, 1999)。20 世纪 50~60 年代,欧洲、北美和中国都注意到了各自的环境问题,开展了一些工程与生物措施相结合的矿山、水体和水土流失等环境恢复和治理工程,并取得了一些成效,从 70 年代开始,欧美一些发达国家开始水体恢复研究(Cairns, 1995; 陈灵芝和陈伟烈, 1995),在此期间,虽有部分国家开始定位观测和研究,但没有生态恢复的机理研究。Farnworth 在 1973 年提出了热带雨林恢复研究中的 9 个具体方向。同期,日本的宫肋照教授利用植被演替的理论在一些城市开展建设环境保护林的研究,人工促进森林的快速恢复(钦佩等, 1998)。1975 年在美国召开了“受损生态系统的恢复”国际研讨会,会议探讨了受损生态系统恢复的一些机理和方法,并号召科学家们注意搜集受损生态系统科学数据和资料,开展技术措施研究,建立国家间的研究计划。1980 年, Cairns 主编了《受损生态系统的恢复过程》一书, 8 位科学家从不同角度探讨了受损生态系统恢复过程中重要生态学理论和应用问题。同年, Brandshaw 和 Chdwick 出版了 *Restoration of Land, the Ecology and Reclamation of Derelict and Degraded Land*。1983 年,在美国召开了“干扰与生态系统”的国际研讨会,探讨了干扰对生态系统各个层次的影响。1984 年,在美国威斯康星大学召开了恢复生态学研讨会,强调了恢复生态学中理论与实践的统一性,并提出恢复生态学在保护与开发中起重要的桥梁作用;美国 1985 年成立了“恢复地球”组织,该组织先后开展了森林、草地、海岸带、矿地、流域、湿地等生态系统的恢复实践并出版了一系列生态恢复实例专著(Beger, 1990)。同年, Aber 和 Jordan 提出了恢复生态学的术语,他们还出版了 *Restoration Ecology: A Synthetic Approach to Ecological Research* 的论文集。1985 年,国际恢复生态学会成立。1991 年,在澳大利亚举行了“热带退化林地的恢复国际研讨会”。1993 年,在香港举行了华南退化坡地恢复与利用国际研讨会,系统探讨了中国华南地区退化坡地的形成及恢复问题(Parham, 1993); 1996 年,在瑞士召开了第一届世界恢复生态学大会,大会强调恢复生态学在生态学中的地位,恢复技术与生态学的连结,恢复过程中经济与社会内容的重要性,随后国际恢复生态学会每年召开一次国际研讨会。现在各国均有大量的恢复生态学论文出现,但主要的恢复生态学期刊有 *Restoration and Management Notes*、*Restoration Ecology*、*Restoration and Reclamation Review* 和 *Land degradation and Development*。 *Ecology Abstracts* 等国际文摘也开辟专栏转载恢复生态学方面的成果。另有一些生态学期刊和环境期刊出版恢复生态学专辑,此外还有大量的因特网网址进行恢复生态学方面的交流。

当前在恢复生态学理论和实践方面走在前列的是欧洲和北美,在实践中走在前列还有新西兰、澳洲和中国。其中欧洲偏重矿地恢复,北美偏重水体和林地恢复,而新西兰和澳洲以草原管理为主(Gaynor, 1990; Cairns, 1992; Mansfield & Towns, 1997),中国则因人口偏多强调农业综合利用(陈灵芝和陈伟烈, 1995; 任海和彭少麟, 1998)。从 20 世纪 70 年代至今,国外比较成功的恢复样板有:热带的土地退化现状及恢复技术(CAB970601598, CAB940607234。CAB 是指 Centre for Agriculture and Biosciences International 数据库简称,其后的数字是顺序号),昆士兰东北部退化土地的恢复

(CAB960607654),坦桑尼亚的毁林地恢复(CAB960607447),退化的石灰岩矿地的造林(CAB960600967),湿热带自然林恢复(CAB960600935),东玻利维亚、巴西、东南亚、赞比亚等国的土地恢复(CAB数据库中有近百条记录),干旱和半干旱地退化生态系统的恢复与重建(至1999年,CAB数据库中有五十余条记录)。这些恢复试验的对象涉及了草原、河流、湖泊、废弃矿地、森林和农田,在这些恢复过程中主要研究内容有干扰和受损生态系统,受损生态系统的恢复与重建,湿热带森林生态系统的稳定性,废弃矿地和垃圾场的恢复,河流和湖泊的水生植物群落的重建等。在此基础上,已有一些恢复生态学的理论成果出现。

我国最早的恢复生态学研究是中国科学院华南植物研究所余作岳等人1959年在广东的热带沿海侵蚀台地上开展的退化生态系统的植被恢复技术与机理研究,经过近40年的系统研究,他和彭少麟、任海等人提出了“在一定的人工启动下,热带极度退化的森林可恢复;退化生态系统的恢复可分三步走;恢复过程中植物多样性导致动物和微生物多样性,植物多样性是生态系统稳定性的基础;森林恢复过程中结构与功能不同步恢复”等观点,余作岳等还先后创建了我国恢复生态学的两个基地——小良热带森林生态系统定位研究站和鹤山丘陵综合试验开放站等。从此以后,先后有多个单位开展了退化生态系统恢复研究,其中包括:南京大学仲崇信自1963年起就从英国、丹麦引进大米草在沿海滩涂种植以控制海岸侵蚀,至1980年推广达3万多公顷。中国科学院兰州沙漠所开展的沙漠治理与植被固沙研究,中国科学院西北水土保持研究所开展的黄土高原水土流失区的治理与综合利用示范研究,中国科学院水生生物研究所的湖泊生态系统恢复研究,中国科学院西北高原生物研究所开展了高原退化草甸的恢复与重建研究,中国科学院成都生物研究所开展的岷江上游植被恢复研究,中国科学院南京土壤所开展的红壤恢复与综合利用试验,广西科学院和中山大学开展的红树林恢复重建试验等。1983年,中国科学院内蒙古草原站开展了不同恢复措施下退化羊草草原恢复演替研究。1990年,东北林业大学开展了黑龙江省森林生态系统恢复与重建研究,同期中国林业科学研究院开展了海南岛热带林地的植被恢复与可持续发展研究。另有中国环境科学院、中山大学、中国矿业大学等单位开展的大量废弃矿地和垃圾场的恢复对策研究。20世纪90年代中期,先后出版了《热带亚热带退化生态系统的植被恢复生态学研究》和《中国退化生态系统研究》等专著,提出了适合中国国情的恢复生态学研究理论和方法体系(中国科协学会部,1990;赵桂久等,1993,1995;中国生态学会,1991,1995;陈灵芝和陈伟烈,1995;余作岳和彭少麟,1996;任海和彭少麟,1998;Ren,2000)。

参 考 文 献

- 陈灵芝和陈伟烈主编. 1995. 中国退化生态系统研究. 北京: 中国科技出版社
- 刘良梧和龚子同. 1994. 全球土壤退化评价. 自然资源, (1): 10~14
- 马世骏 主编. 1990. 现代生态学透视. 北京: 科学出版社
- 彭少麟. 1997. 恢复生态学与热带雨林的恢复. 世界科技研究与发展, 19(3): 58~61
- 钦佩, 安树青和颜京松. 1998. 生态工程学. 南京: 南京大学出版社
- 任海和彭少麟. 1998. 中国南亚热带退化生态系统恢复及可持续发展. 陈竺 主编生命科学—中国科协第三届青年学术研讨会论文集. 北京: 中国科技出版社, 176~179
- 任海和彭少麟. 1998. 退化生态系统的恢复与重建. 青年地理, 3(3): 7~11

- 任海, 邬建国和彭少麟和赵利忠. 2000. 生态系统健康的监测与评估. *热带地理*, 20(4): 310~316
- 余作岳和彭少麟 主编. 1997. 热带亚热带退化生态系统植被恢复生态学研究, 广州: 广东科技出版社
- 中国生态学会 主编. 1991. 生态学研究进展. 北京: 中国科学技术出版社
- 中国科协学会部 编. 1990. 中国土地退化防止研究. 北京: 中国科学技术出版社
- 章家恩和徐琪. 1998. 生态退化研究的基本内容与框架. *水土保持通报*, 17(3): 46~53
- 章家恩和徐琪. 1999. 恢复生态学研究的一些基本问题探讨. *应用生态学报*, 10(1): 109~112
- 赵桂久, 刘燕华和赵名茶等 主编. 1993. 生态环境综合整治和恢复技术研究(第一集). 北京: 北京科学技术出版社
- 赵桂久, 刘燕华和赵名茶等 主编. 1995. 生态环境综合整治和恢复技术研究(第二集). 北京: 北京科学技术出版社
- 中国生态学会 编. 1995. 面向 21 世纪的生态学——中国生态学会第五届全国代表大会论文集. 珠海
- Aber, J. D. & W. Jordan. 1985. Restoration ecology: An environmental middle ground. *BioScience*, 35(7): 399
- Berger, J. J. ed. 1990. Ecological restoration in the San Francisco Bay Area. *Restoring the Earth*, Berkeley
- Brown, S. & A. E. Lugo. 1994. Rehabilitation of tropical lands: a key to sustaining development. *Restoration Ecology*, 2(2): 97~111
- Berger, J. J. 1993. Ecological restoration and nonIndigenous plant species: a review. *Restoration Ecology*, 2(2): 74~82
- Bradshaw, A. D. 1987. Restoration: An acid test for ecology. In: W. R. III. Jordan, N. Gilpin & J. Aber eds *Restoration Ecology: A Synthetic Approach to Ecological Research*. Cambridge: Cambridge University Press, 23~29
- Barrow, C. J. 1991. *Land Degradation*. London: Cambridge University Press
- Cairns, J. et al. eds. 1988. *Rehabilitation Damaged Ecosystems*. Boca Raton: CRC Press
- Conacher, A. J. et al. 1995. *Rural land degradation in Australia*. Melbourne, New York: Oxford University Press
- Chapman, G. P. 1992. *Desertified Grassland*. London: Academic Press
- Cairns, J. Jr., ed. 1977. *Recovery and Restoration of Damaged Ecosystems*. Charlottesville: University press of Virginia
- Cairns, J. Jr. ed. 1992. *Restoration of Aquatic Ecosystems*. Washington, DC: National Academy Press
- Cairns, J. Jr. 1995. Restoration ecology. *Encyclopedia of Environmental Biology*, 3: 223~235
- Caraher, D. & W. H. Knapp. 1995. Assessing ecosystem health in the Blue Mountains. In: U. S. Forest ed. *Silviculture: from the Cradle of Forestry to Ecosystem Management*. General technical report SE-88, Southeast Forest Experiment Station, U. S. Forest Service, Hendersonville, North Carolina. 75
- Constanza, R. R., R. Arge & R. Groot. 1997. The value of the worlds ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387: 253~259
- Daily, G. C. S., P. R. Alexander & P. R. Ehrlich. 1997. Ecosystem services: Benefits supplied to human societies by natural ecosystems. *Issues in Ecology*, (3): 1~6
- Daily, G. C. 1995. Restoring value to the worlds degraded lands. *Science*, 269: 350~354
- Davis, J. 1996. Focal species offer a management tool. *Science*, 271: 1362~1363
- Davis, K. A. 2000. "Restoration"—a misnomer. *Science*, 287(5456): 1203
- Diamond, J. 1987. Reflections on goals and on the relationship between theory and practice. In: W. R. III. Jordan, N. Gilpin and J. Aber eds. *Restoration Ecology: A Synthetic Approach to Ecological Research*. Cambridge Cambridge: University Press, 329~336
- Dobson, A. D., A. D. Bradshaw & A. J. M. Baker. 1997. Hopes for the future: restoration ecology and conservation biology. *Science*, 277: 515~522
- Farnworth E. G. & F. B. Golley . 1973. *Fragile Ecosystem*. New York: Springer-Verlag
- Falk, D. A., C. I. Millar & M. Olwell. 1996. *Restoring Diversity —— Strategies for Reintroduction of Endangered Plants*. Washington DC: Island Press
- Freedman, B. 1989. *Environmental Ecology: the impact of pollution and other stresses on ecosystem structure and function*. London: Academic Press
- Fritts T. H. & G. H. Rodola. 1998. The role of introduced species in the degradation of island ecosystems: A case history of Guam. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 29: 113~140
- Forman, R. T. T. 1995. *Land Mosaics*. Cambridge: Cambridge University Press

- Gaynor, V. 1990. Prairie restoration on a corporate site. *Restoration and Reclamation Review*, 1(1): 35~40
- Handel, S.N. , G.R. Robinson & A.J. Beattie. 1994. Biodiversity resources for restoration ecology. *Restoration ecology*, 2(4): 230~241
- Higgs, E. , W. W. Covington, D. A. Falk, E.B. Allen & E. Read. 2000. No justification to retire the term "Restoration" *Science*, 287(5456): 1203
- Hobbs, R. J. & Norton D. A. 1996. Towards a conceptual framework for restoration ecology. *Restoration Ecology*, 4(2): 93~110
- Harper, J. L. 1987. Self-effacing Art: Restoration as Imitation of Nature. *Restoration Ecology: A Synthetic Approach to Ecological Research* In: W. R. III. Jordan, N. Gilpin and J. Aber eds. Cambridge: Cambridge University Press, 35~45
- Hobbs, R. J. & H. A. Mooney. 1993. Restoration ecology and invasions. In: D. A. Saunders, Hobbs & P. R. Ehrlich. eds. *Nature Conservation 3: Reconstruction of Fragmented Ecosystems, Global and Regional Perspectives* Surrey Beatty and Sons, Chipping Norton, New South Wales, Australia, 127~133
- Johnstone I. M. 1986. Plant invasion windows: a time-based classification of invasion potential. *Biological Review*, 61: 369~394
- Jackson, L. L. , D. Lopoukine & D. Hillyard. 1995. Ecological restoration: a definition and comments. *Restoration Ecology*, 3(2): 71~75
- Jordan, W. III. , M.E. Gilpin & J.D. Aber. 1987. *Restoration Ecology: A Synthetic Approach to Ecological Restoration*. Cambridge: Cambridge University. 1~342
- Jordan, W. R. III. 1995. "Sunflower Forest": ecological restoration as the basis for a new environmental paradigm. In: A. D.J. Baldwin, ed. *Beyond Preservation: Restoring and Inventing Landscape*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 17~34
- Kloor, K. 2000. Restoration ecology: Returning America's forests to their 'natural' roots. *Science*, 287(5453): 573
- Keddy, P. 1999. Wetland restoration: the potential for assembly rules in the service of conservation. *Wetland*, 19(4): 716~732
- Kauffman, R. 1995. Ecological approaches to riparian restoration in northeast Oregon. *Restoration and Management Notes*, 13: 12~15
- Lamd, D. 1994. Reforestation of degraded tropical forest lands in the Asia - Pacific region. *Journal of tropical forest science*, 7(1): 1~7
- Madenjian, C. P. , S. Schloesser & K. A. Krieger. 1998. Population models of burrowing mayfly recolonization in western lake erie. *Ecological Applications*, 8: 1206~1212
- Margaren, F. 1997. Disneyland or native ecosystem: genetics and the restorationist. *Restoration and Management Notes*, 14(2): 148~150
- Mansfield, B. & D. Towns. 1997. Lessons of the Islands: Restoration in New Zealand. *Restoration and Management Notes*, 15(2): 150~154
- Mitsch, W. J. & S. E. Jorgensen. *Ecological Engineering*. New York: John Wiley & Sons
- Middleton, B. 1999. *Wetland Restoration: Flood Pulsing and Disturbance Dynamics*. New York: John Wiley & Sons, Inc
- Owles, M. B. & C. J. Whelan. 1994. *Restoration of Endangered Species: Conceptual Issues, Planning and Implementation*. New York: Cambridge University Press
- Parham, W. ed. 1993. *Improving Degraded Lands: Promising Experience Form South China*. Honolulu: Bishop Museum Press
- Parker, V. T. 1997. The scale of successional models and restoration ecology. *Restoration Ecology*, 5(4): 301~306
- Rapport, D. J. ed. 1998. *Ecosystem health*. Oxford: Blackwell Science, Inc
- Rapport, D. J. , R. Costanza & A. J. McMichael. 1998. Assessing ecosystem health. *Trends in ecology & evolution*, 13: 397~402
- Sehal, J. et al. 1994. *Soil Degradation in India: Status and Impact*. New Delhi: Oxford & IBH Pub. Co.

- Van der Valk. 1999. Succession theory and wetland restoration. Proceedings of INTECOL's V International wetlands conference, Perth, Australia
- Whisenant, S. G. & D. J. Tongway. 1995. Repairing mesoscale processes during restoration. Fifth international rangeland congress, Denver, 62~63